

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-056006

(43)Date of publication of application : 25.02.2000

(51)Int.Cl.

G01S 5/00
G05D 1/02

(21)Application number : 10-229644

(71)Applicant : MINOLTA CO LTD

(22)Date of filing : 14.08.1998

(72)Inventor : WAKI NATSUKO
KAWAGOE NOBUKAZU
NISHIZUMI MASAFUMI
HAMAGUCHI TAKAYUKI
NAKAMURA KYOKO

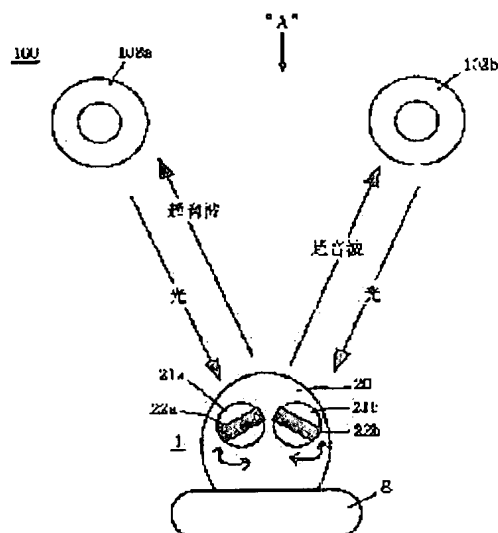
(54) POSITION RECOGNIZING DEVICE FOR MOBILE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To simplify the device structure of a robot recognizing its own position by making communications with external fixed stations.

SOLUTION: This cleaning work robot 1 is provided with ultrasonic transmission sections 21a, 21b transmitting directive ultrasonic waves, light reception sections 22a, 22b limited with light reception angles, and rotary sections rotatively controlling the ultrasonic transmission sections 21a, 21b and the light reception sections 22a, 22b. The ultrasonic transmission section 21a transmits ultrasonic waves to a fixed station 102a, and the ultrasonic transmission section 21b transmits ultrasonic waves to a fixed station 102b, respectively.

When the fixed stations 102a, 102b receive the ultrasonic waves, they transmit light signals. The light signal from the fixed station 101a is received by the light reception section 22a, and the light signal from the fixed station 102b is received by the light reception section 22b respectively. The cleaning work robot 1 recognizes the distances to the fixed stations 102a, 102b, based on the time until the cleaning work robot 1 receives the light signals after it transmits the ultrasonic waves.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-56006
(P2000-56006A)

(43) 公開日 平成12年2月25日 (2000.2.25)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
G 0 1 S 5/00		G 0 1 S 5/00	5 H 3 0 1
G 0 5 D 1/02		G 0 5 D 1/02	J 5 J 0 6 2
			L

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願平10-229644

(22) 出願日 平成10年8月14日 (1998.8.14)

(71) 出願人 000006079
ミノルタ株式会社
大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号
大阪国際ビル
(72) 発明者 脇 奈津子
大阪市中央区安土町二丁目3番13号大阪国
際ビル ミノルタ株式会社内
(72) 発明者 川越 宜和
大阪府豊中市北緑丘3丁目1番11-103号
(74) 代理人 100064746
弁理士 深見 久郎 (外2名)

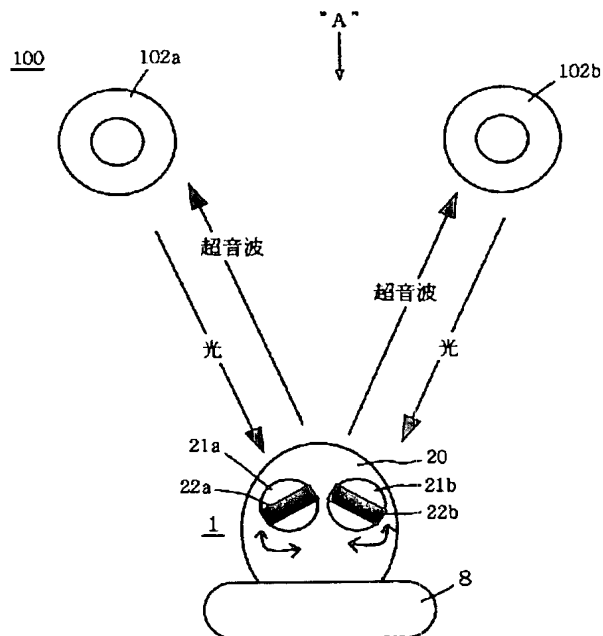
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 移動体の位置認識装置

(57) 【要約】

【課題】 外部の固定局との間で通信を行なうことにより自己の位置を認識するロボットにおいて装置の構成を簡略化する。

【解決手段】 清掃作業ロボット1は指向性を有する超音波を送信する超音波送信部21a、21bと受光角度を制限された受光部22a、22bと、超音波送信部21a、21bと受光部22a、22bとを回転制御する回転部23a、23bとを備える。超音波送信部21aは固定局102aに、超音波送信部21bは固定局102bにそれぞれ超音波を送信する。固定局102a、102bは超音波を受信すると光信号を送信する。固定局102aからの光信号を受光部22aで、固定局102bからの光信号を受光部22bでそれぞれ受光する。清掃作業ロボット1は超音波を送信してから受光するまでの時間から固定局102a、102bまでの距離を認識する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1の通信装置および前記第1の通信装置とは異なる位置にある第2の通信装置に送信信号を送信する送信手段と、

前記第1の通信装置と前記第2の通信装置からの前記送信信号の受信に応答した返信信号を受信するための指向性を有する受信手段と、

前記受信手段の指向方向を変更する変更手段とを備え、前記受信手段は第1の受信手段と第2の受信手段とを含み、

前記変更手段は前記第1の受信手段が前記第1の通信装置を指向するように指向方向を変更する第1の変更手段と、前記第2の受信手段が前記第2の通信装置を指向するように指向方向を変更する第2の変更手段とを含む、移動体の位置認識装置。

【請求項2】 第1の通信装置および前記第1の通信装置とは異なる位置にある第2の通信装置に送信信号を送信する送信手段と、

前記第1の通信装置と前記第2の通信装置からの前記送信信号の受信に応答した返信信号を受信するための指向性を有する受信手段と、

前記受信手段の指向方向を変更する変更手段とを備え、前記変更手段は前記受信手段が前記第1の通信装置を指向するように指向方向を変更した後、前記第2の通信装置を指向するように指向方向を変更することを特徴とする、移動体の位置認識装置。

【請求項3】 前記移動体の移動方向と移動距離とを検知する検知手段をさらに含み、

前記変更手段は、前記検知手段の出力に基づいて、前記受信手段の指向方向の変更量を決定することを特徴とする、請求項1または2に記載の移動体の位置認識装置。

【請求項4】 第1の通信装置または前記第1の通信装置とは異なる位置にある第2の通信装置に送信信号を送信するための指向性を有する送信手段と、

前記送信手段の指向方向を変更する変更手段と、

前記第1の通信装置と前記第2の通信装置からの前記送信信号の受信に応答した返信信号を受信する受信手段とを備えた、移動体の位置認識装置。

【請求項5】 前記送信手段は第1の送信手段と第2の送信手段とを含み、

前記変更手段は前記第1の送信手段が前記第1の通信装置を指向するように指向方向を変更する第1の変更手段と、前記第2の送信手段が前記第2の通信装置を指向するように指向方向を変更する第2の変更手段とを含む、請求項4に記載の移動体の位置認識装置。

【請求項6】 前記移動体の移動方向と移動距離とを検知する検知手段をさらに含み、

前記変更手段は、前記検知手段の出力に基づいて、前記送信手段の指向方向の変更量を決定することを特徴とする、請求項4または5に記載の移動体の位置認識装置。

【請求項7】 前記送信信号の送信から前記受信信号の受信までの時間を計測するカウント手段と、

前記カウント手段で計測された時間に基づき、前記移動体と前記第1の通信装置との間の距離と、前記移動体と前記第2の通信装置との間の距離とを測定する測定手段とをさらに備えた、請求項1から6のいずれかに記載の移動体の位置認識装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は移動体の位置認識装置に関し、特に移動体に搭載され移動体の外部に設けられた少なくとも2つの固定局からの信号を受信することにより移動体の位置を認識することができる移動体の位置認識装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来より床面に対するワックス掛けなどを自動で行なうためにジグザグ走行を行なう走行ロボット（移動体の一種）が知られる。ここにジグザグ走行とは、直進とUターン動作とを繰返すことにより作業領域を隈無く走行する動作である。周辺に走行の目標となる壁などのない広い領域（たとえば体育館など）でジグザグ走行を行なう際、走行ロボットは正確な自己位置の認識機能を有することが必要となる。位置認識方法の一例としてデッドレコニングに加えて、外界の2点と走行ロボットの位置との間で三角測量を行なうことにより、走行ロボットの外界の2点に対する相対位置を認識する方法が知られている。このような位置認識方法として以下に述べられる従来技術が存在する。

【0003】（1） 第1の従来技術

特開平6-35535号公報は移動体の位置検出装置を開示する。これは移動体と2つの固定局の各々との間で、個別の信号を用いて通信を行ない、通信にかかる時間から移動体と固定局との間の距離を測定し、三角測量の技術を用いて移動体の自己位置認識を行なう装置である。具体的には、移動体が電波により固定局側にタイミングパルスを送信する。これを受けた2つの固定局はそれぞれ異なる周波数で超音波を送信する。移動体は2つの超音波受信機を有し、それぞれの超音波受信機によりそれぞれ異なる周波数の超音波を受信する。移動体がタイミングパルスを送信してから超音波の返信が到達するまでの時間が測定され、その時間から移動体と固定局との間の距離が計算される。これにより移動体は自己の位置を認識することができる。

【0004】（2） 第2の従来技術

特開昭59-200318号公報は移動体の位置検出装置を開示する。これは移動体と2つの固定局の各々との間で、個別の信号を用いて通信を行ない、通信にかかる時間から移動体と固定局との間の距離を測定し、三角測量の技術を用いて移動体の自己位置認識を行なう装置である。具体的には、固定局が電波により移動体に対して

超音波を送信するよう求める信号（超音波送信指令信号）を送信する。この信号を受けた移動体は超音波を送信する。2つの固定局の各々は超音波を受信する。固定局が超音波送信指令信号を送信してから超音波の返信が到達するまでの時間が測定される。その時間から固定局と移動体との間の距離が計算される。計算された距離は位置データとして移動体に送信される。

【0005】（3） 第3の従来技術

特開平8-54926号公報は移動体の位置検出装置を開示する。これは移動体と複数の超音波送信機との間で1対1で通信を行ない、通信にかかる時間から超音波送信機と移動体との間の距離を測定し、三角測量の技術を用いて移動体の自己位置認識を行なう装置である。具体的には、移動体側が識別信号を送信する。超音波送信機は、特定の識別信号を受信したときだけ超音波を返信する。移動体側で識別信号を送信してから超音波を受信するまでの時間が測定される。この測定された時間から、移動体と超音波送信機との間の距離が算出される。複数の超音波送信機との間で通信を行なうことにより得られた複数の距離から、移動体の位置が計測される。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述の第1～第3の従来技術においては以下のような問題点があった。

【0007】第1の従来技術においては、移動体に周波数の異なる超音波で送受信を行なうことができる機能が必要となり、装置の構成が複雑となる。第2の従来技術ではデータ通信機能が必要であり、装置の構成がやはり複雑になるという問題点がある。また、第3の従来技術では、超音波送信機の数だけ特定の識別信号が必要となり、移動体および超音波送信機に識別信号の識別機能が必要となる。また、1対1の通信を行なうため、処理に時間がかかるという問題がある。

【0008】この発明は上述の問題点を解決するためになされたものであり、簡単な構成で移動体の位置を認識することができる移動体の位置認識装置を提供することを目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するためこの発明のある局面による移動体の位置認識装置は、第1の通信装置および第1の通信装置とは異なる位置にある第2の通信装置に送信信号を送信する送信部と、第1の通信装置と第2の通信装置からの送信信号の受信にตอบสนองした返信信号を受信するための指向性を有する受信部と、受信部の指向性を変更する変更部とを備え、受信部に第1の受信部と第2の受信部とを含み、変更部に第1の受信部が第1の通信装置を指向するように指向方向を変更する第1の変更部と、第2の受信部が第2の通信装置を指向するように指向方向を変更する第2の変更部とを含む。

【0010】この発明の他の局面による移動体の位置認識装置は、第1の通信装置および第1の通信装置とは異なる位置にある第2の通信装置に送信信号を送信する送信部と、第1の通信装置と第2の通信装置からの送信信号の受信にตอบสนองした返信信号を受信するための指向性を有する受信部と、受信部の指向方向を変更する変更部とを備え、変更部は、受信部が第1の通信装置を指向するように指向方向を変更した後、第2の通信装置を指向するように指向方向を変更することを特徴とする。

【0011】好ましくは移動体の位置認識装置は、移動体の移動方向と移動距離とを検知する検知部をさらに含み、変更部は検知部の出力に基づいて受信部の指向方向の変更量を決定することを特徴とする。

【0012】この発明の他の局面に従うと、移動体の位置認識装置は第1の通信装置または第1の通信装置とは異なる位置にある第2の通信装置に送信信号を送信するための指向性を有する送信部と、送信部の指向方向を変更する変更部と、第1の通信装置と第2の通信装置からの送信信号の受信にตอบสนองした返信信号を受信する受信部とを備える。

【0013】好ましくは移動体の位置認識装置は、送信部に第1の送信部と第2の送信部とを含み、変更部は第1の送信部が第1の通信装置を指向するように指向方向を変更する第1の変更部と、第2の送信部が第2の通信装置を指向するように指向方向を変更する第2の変更部とを含む。

【0014】さらに好ましくは移動体の位置認識装置は、移動体の移動方向と移動距離とを検知する検知部をさらに含み、変更部は検知部の出力に基づいて送信部の指向方向の変更量を決定することを特徴とする。

【0015】さらに好ましくは移動体の位置認識装置は、送信信号の送信から受信信号の受信までの時間を計測するカウント部と、カウント部で計測された時間に基づき、移動体と第1の通信装置との間の距離と、移動体と第2の通信装置との間の距離とを測定する測定部とをさらに備える。

【0016】この発明に従うと、指向性を有する送信部または受信部を用いて、異なる位置にある少なくとも2つの通信装置との間で信号を別々に送受信できるため、簡単な構成で移動体の位置を認識することができる移動体の位置認識装置を提供することが可能となる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下本発明の実施の形態の1つにおける位置認識システムについて図面を参照しながら説明する。なお本実施の形態における位置認識システムは、清掃作業ロボットの行なう清掃作業に用いられている。清掃作業ロボットは、床面を清掃する清掃作業ロボットであるが、この他の作業を行なう移動体に対しても本発明を同様に適用することができる。

【0018】【第1の実施の形態】図1は、本発明の第

1の実施の形態における位置認識システム100の構成を示す概略図である。図1を参照して位置認識システム100は、清掃作業ロボット1と、固定局（通信装置）102aと、固定局102bとから構成されている。

【0019】清掃作業ロボット1は大きくはケーシング20と清掃作業部8とから構成される。ケーシング20には固定局102aに指向性を有する超音波を送信することができる超音波送信部21aと、固定局102bに指向性を有する超音波を送信することができる超音波送信部21bと、固定局102aが発する光を受光する受光部22aと、固定局102bが発する光を受光する受光部22bとが設けられている。

【0020】清掃作業ロボット1の超音波送信部21a、21bが超音波を送信すると、その超音波は固定局102aまたは固定局102bにより受信される。超音波の受信が行なわれるとすぐに固定局102a、102bは光を発光する。図面においては固定局102aからの光は受光部21aのみにより受光され、固定局102bからの光は受光部21bのみによって受光される。超音波の送信から受光が行なわれるまでの時間に基づいて、清掃作業ロボット1はそれぞれの固定局102a、102bまでの距離を測定し、これにより清掃作業ロボット1は自己の位置を認識することができる。

【0021】図2は図1の清掃作業ロボットを“A”方向から見た一部を示す図である。図を参照して、超音波送信部21a、21bはケーシング20から突出するように設けられている。超音波送信部21a、21bの上部に受光部22a、22bが設けられている。受光部22a、22bは、受光角度が限定されており、所定の角度で入射する光のみを受光することができる。また、受光部22a、22bは、受光素子を水平方向に複数配列した構成とし、受光量が最大となる受光素子の位置により受光した光の入射角を検知できる構成にしてもよい。

【0022】回転部23aは、超音波送信部21aと受光部22aとが固定局102aを常に指向するように回転制御する。これに対して回転部23bは、超音波送信部21bと受光部22bとが固定局102bを常に指向するように回転制御する。

【0023】図3は、清掃作業ロボット1の内部の構成を示す概略図である。図3を参照して、清掃作業ロボット1は、ケーシング20と、走行部2と、前方障害物センサ3と、側方微いセンサ4と、左側駆動車輪5aと、右側駆動車輪5bと、左側駆動モータ6aと、右側駆動モータ6bと、前側自在キャスタ車輪7aと、後ろ側自在キャスタ車輪7bと、清掃作業部8と、左側測距センサ11aと、右側測距センサ11bとを含んでいる。走行部2は、清掃作業ロボット1を移動させるための走行部である。

【0024】前方障害物センサ3は、ケーシング20の前方に取付けられ、前方の障害物に接触したことを検知

し、障害物検知信号を走行制御部12（図4参照）へ出力する。側方微いセンサ4は、側方の壁に沿って直進する場合に、壁までの距離を検出する。ケーシング20の左右側面にポテンシオメータが取付けられており、ポテンシオメータの軸は、垂直軸まわりに回転するように取付けられている。ポテンシオメータの軸には、横方向に張り出した棒が取付けられている。棒の先端には、壁を傷つけないように球体が取付けられている。上記のように構成された側方微いセンサ4が、清掃作業ロボット1の左右側面にそれぞれ前後2箇所取付けられている。

【0025】左側駆動車輪5aおよび右側駆動車輪5bは、左側駆動モータ6aおよび右側駆動モータ6bの駆動軸に直結され、左右独立に回転可能である。このときの回転数は、左側回転数検出エンコーダ13aおよび右側回転数検出エンコーダ13b（図4参照）によって計測される。

【0026】左側駆動モータ6aおよび右側駆動モータ6bは、走行部2の車体台板に固定され、走行制御部12によって左右独立に駆動制御され、左側駆動車輪5aおよび右側駆動車輪5bを独立に回転駆動することにより、前進、後進、回転、またはカーブ走行が行なわれる。

【0027】前側自在キャスタ車輪7aおよび後側自在キャスタ車輪7bは、左側駆動車輪5aおよび右側駆動車輪5bとともに車体を支え、左側駆動車輪5aおよび右側駆動車輪5bの回転に応じて車輪の向きが回転し、スムーズな回転走行およびカーブ走行が実現される。清掃作業部8は、ケーシング20に連結され、床面の清掃作業を行なう。

【0028】左側測距センサ11aおよび右側測距センサ11bは、それぞれ左側方向、右側方向の障害物までの距離を測定する測距センサであり、超音波測距センサまたは光学的測距センサが用いられる。

【0029】次に、清掃作業ロボット1の制御部の構成について詳細に説明する。図4は、清掃作業ロボット1の制御部の構成を示すブロック図である。

【0030】図4を参照して、制御部は、走行制御部12と、演算制御部16とを含む。

【0031】走行制御部12には、前方障害物センサ3と、左側測距センサ11aと、右側測距センサ11bとが接続される。また、走行制御部12には、左側駆動モータ6aと、右側駆動モータ6bと、左側回転数検出エンコーダ13aと、右側回転数検出エンコーダ13bとが接続される。さらに、走行制御部12は、演算制御部16が接続され、演算制御部16は、ピッチ記憶部14および操作部15と接続される。

【0032】なお、走行制御部12は後述する計算部53およびカウンタ54（図6参照）を備えている。

【0033】左側回転数検出エンコーダ13aは、左側駆動モータ6aの回転数を計測し、走行制御部12へ出

力する。右側回転数検出エンコーダ13bは、右側駆動モータ6bの回転数を計測し、走行制御部12へ出力する。

【0034】走行制御部12は、左側回転数検出エンコーダ13aおよび右側回転数検出エンコーダ13bからの出力をモニタすることにより、前進、後進、カーブ走行、その場回転などの走行制御を行なう。また、走行制御部12は、前方障害物センサ3および側方微いセンサ4の出力に応じて、走行制御を行なう。

【0035】ピッチ記憶部14は、横移動ピッチを記憶し、演算制御部16へ出力する。操作部15は、各種設定値を入力したり、命令を与えるためのキースイッチと表示部とから構成される。キースイッチによりユーザは固定局102a、102b間の距離等を入力する。演算制御部16は、清掃作業ロボット1全体の演算および制御を行なう。

【0036】また、走行制御部12には外部の固定局102aおよび102bへ超音波を送信するための超音波送信部21a、21bと、受光部22a、22bと、回転部23a、23bとが接続されている。

【0037】図5は図1の固定局102aまたは102bの1つの側面図である。図を参照して固定局102aまたは102bは清掃作業ロボット1からの超音波を受信する超音波受信部121と、清掃作業ロボット1の受光部22aまたは受光部22bへ光を送信する固定局発光部122と、固定局の制御を行なうための固定局制御部123とから構成されている。

【0038】図6は、位置認識システム100の通信機能のみを説明するために描かれた機能ブロック図である。前述のように位置認識システム100は清掃作業ロボット1と固定局102aと固定局102bとから構成されている。

【0039】清掃作業ロボット1の走行制御部12は、前回検出した自己の位置とデッドレコニングにより得られる移動距離とから現在位置を予測し、回転部23aに対して超音波送信部21aと受光部22aとが固定局102aを指向するように回転制御する旨の指示を行ない、回転部23bに対して超音波送信部21bと受光部22bとが固定局102bを指向するように回転制御する旨を指示する。

【0040】超音波送信部21aと21bとは走行制御部12からの指示により超音波を送信する。回転部23a、23bにより超音波送信部21aは固定局102bを指向し、超音波送信部22bは固定局102bを指向しているので、超音波送信部21aが発する超音波は固定局102aのみで受信され、超音波送信部21bが発する超音波は固定局102bのみで受信される。

【0041】固定局102a、102bでは、超音波受信部121a、121bが超音波を受信した旨を固定局制御部123a、123bへ通知する。固定局制御部1

23a、123bはそれを受けて固定局発光部122a、122bへ発光を行なう旨を指示する。

【0042】回転部23a、23bにより受光部22aは固定局102aを指向し、受光部22bは固定局102bを指向しているので、固定局発光部122aからの光は受光部22aによってのみ受光され、固定局発光部122bからの光は受光部22bのみによって受光される。これら受光部の受光タイミングは走行制御部12へ送られる。走行制御部12はカウンタ54を用いることにより超音波を送信してから受光が行なわれるまでの時間を計測する。そして計測された時間に基づき計算部53は清掃作業ロボット1と固定局102a、102bとの間の距離を計算することにより自己の位置を認識する。

【0043】図7は、清掃作業ロボット1の具体的な動作について説明するための図である。図を参照して、ユーザは清掃作業を行なうべき場所に対応して固定局102a、102bおよび清掃作業ロボット1を設置する。固定局102a、102bを通る直線50cと、直線50cに対応する垂線であり固定局102aおよび固定局102bを通る直線50a、50bが想定される。直線50cから距離dだけ離れた直線と、その直線と平行でLだけ離れた直線と、直線50aから距離P1だけ離れた直線と、直線50bから距離P2だけ離れた直線とに囲まれる領域が作業領域60となる。したがって、作業領域60は、固定局102aと固定局102bとの位置を基準にして、d、L、P1およびP2とにより定められる。清掃作業ロボット1には、d、L、P1およびP2の値が操作部15から予め入力される。

【0044】清掃作業ロボット1は作業領域60の中を直線61で示されるコースから直線62で示されるコースまで、直進とUターンを繰返すことによりジグザグ走行する。これにより、作業領域60内が清掃作業ロボット1の清掃作業部8によって限無く清掃される。

【0045】図8は、清掃作業ロボット1の行なうジグザグ走行の処理を示すフローチャートである。まず清掃作業ロボット1は図7のstartで示される位置に2つの固定局102a、102bに対面するように設置される。

【0046】ステップS1において、ジグザグ走行がスタートする。このときジグザグ走行のスタート地点において清掃作業ロボット1は、固定局の探査動作と自己の位置の認識を行なう。固定局の探査動作は、超音波送信部21a、21bと受光部22a、22bとが清掃作業ロボット1の進行方向を指向するように回転部23a、23bを制御し、その後、回転部23aを時計と反対回りに、回転部23bを時計回りに一定角度、たとえば $\pi/36$ [rad] ごとに間欠的に回転制御する。超音波送信部21a、21bと受光部22a、22bとは、回転部23a、23bの間欠的な回転制御に伴って回転さ

れる。超音波送信部21a, 21bは回転部23a, 23bの回転移動が終了するたびに超音波を送信し、受光部22a, 22bで固定局102a, 102bからの光を受光できたか否かが判断される。受光部22a, 22bで固定局102a, 102bからの光を受信できた場合は、回転部23a, 23bは間欠的な回転制御を終了する。回転部23a, 23bが間欠的な回転制御をそれぞれ終了したときの回転角が求められる。求められた回転角は、固定局102aまたは固定局102bが清掃作業ロボット1の進行方向からどれだけ回転した方向にあるかを示す。

【0047】走行制御部12は、カウンタ54を用いて、超音波送信部21aから超音波を送信してから受光部22aで光を受光するまでの時間Taと、超音波送信部21bから超音波を送信してから受光部22bで光を受光するまでの時間Tbとを認識する。そして、時間Ta, Tbから清掃作業ロボット1と2つの固定局102a, 102bとの距離をそれぞれ計算する。これにより、固定局102aと固定局102bの清掃作業ロボット1に対する位置が、回転部23a, 23bの回転角と清掃作業ロボット1と固定局102aまたは固定局102bとの間の距離によって認識される。これにより、清掃作業ロボット1は2つの固定局102a, 102bに対する位置を認識することができる。さらに、2つの固定局102a, 102bの間の距離もこの時点で認識する。

【0048】ステップS2において清掃作業ロボット1は直進するように制御される。そしてステップS3において、清掃作業ロボット1の位置認識処理が行なわれる。位置認識処理については後で説明する。

【0049】ステップS4で作業領域60の境界に近づいたかが判定され、YESとなるまで直進移動(ステップS2)と位置認識の処理(ステップS3)を実行する。ステップS4でYESであれば、ステップS5で直進を停止する。

【0050】ステップS6で最終レーン(図7における直線62)にいるかが判定される。ステップS6でNOであれば、ステップS7でUターンが行なわれる。このとき、清掃作業ロボット1内のジャイロの出力角度を検知し、清掃作業ロボット1の回転角に応じて回転部23

$$L_3^2 = L_1^2 + L_2^2 - 2L_1 L_2 \cos \alpha \quad \cdots (1)$$

$$L_3 / \sin \alpha = L_1 / \sin \beta \quad \cdots (2)$$

図9に戻って、ステップS11で、清掃作業ロボット1の進行方向に対する固定局102aの方向 β_1 と、固定局102bの方向 β_2 とがそれぞれ求められるので、回転部23aを回転角が β_1 となるまで回転させ、回転部23bを回転角が β_2 となるまで回転するように制御する(ステップS12)。これにより、超音波送信部21aおよび受光部22aが固定局102aを指向するように回転移動され、超音波送信部21bおよび受光部22

a, 23bを回転させる。すなわち、超音波送信部21a, 21bと受光部22a, 22bとが固定局102a, 102bを指向したままで清掃作業ロボット1がUターンする。ステップS7のUターンの後に、ステップS2の直進移動を再度行なう。

【0051】一方、ステップS6でYESであれば、ステップS8でジグザグ走行を終了する。

【0052】次に位置認識処理について説明する。図9は、清掃作業ロボット1のジグザグ走行において行なわれる位置認識処理(図8のステップS3)の流れを示すフロー図である。この処理は、清掃作業ロボット1が移動中に行なわれる処理であり、清掃作業ロボット1が直進移動している場合にのみ行なわれるものでなく、Uターン動作または回転移動している場合においても行なわれる。図を参照して、前回位置認識処理を行なった位置からの移動方向と移動距離とが、左側回転数検出エンコーダ13aおよび右側回転数検出エンコーダ13bの出力をもとにデッドレコニングにより求められる(ステップS10)。次に、前回の位置認識処理によって求められた固定局102の方向および距離と、ステップS10により求められた清掃作業ロボット1の移動距離と方向とから、現在の清掃作業ロボット1に対する固定局の方向が算出される(ステップS11)。これについて、具体的に説明する。図10は、ステップS11において行なわれる固定局の方向算出処理の原理を説明するための図である。図を参照して、清掃作業ロボット1が、前回位置認識処理を行なった時点から今回位置認識処理を行なう時点までに移動した距離を L_2 とする。この移動距離 L_2 は、図9のステップS10において行なわれるデッドレコニングによる移動距離の検出によって求められるものである。前回位置認識処理を行なった時点での清掃作業ロボット1と固定局102との距離を L_1 とし、清掃作業ロボット1の進行方向と清掃作業ロボット1に対する固定局の方向とのなす角を α とする。この L_1 と α とは、前回の位置認識処理によって求められた値である。これら既知の数値 L_1 、 L_2 および α をもとに、次の計算式(1)および(2)に基づき現在の清掃作業ロボット1'の進行方向と固定局102の方向とのなす角 β を求めることができる。

【0053】

$$L_3^2 = L_1^2 + L_2^2 - 2L_1 L_2 \cos \alpha \quad \cdots (1)$$

$$L_3 / \sin \alpha = L_1 / \sin \beta \quad \cdots (2)$$

bが固定局102bを指向するように回転移動される。

【0054】次に、超音波送信部21a, 21bから超音波が送信され、固定局102a, 102bから発せられた光が受光部22a, 22bで受光される(ステップS13)。

【0055】ここで、超音波送信部21a, 21bで超音波を発信したにもかかわらず、受光部22a, 22bで光を受光できない場合について説明する。エンコーダ

13 a, 13 bの出力をもとに清掃作業ロボット1の移動距離と方向を求める場合に、車輪と床面とのスリップなどにより誤差が生じる場合がある。上述の位置認識処理は、エンコーダ13 a, 13 bの出力をもとに求めた移動距離と方向に基づき固定局の方向を算出しているので、算出された固定局の方向に誤差が生じる場合がある。このような場合に、回転部23 a, 23 bを微小角だけ両回転方向に回転移動させ、受光部22 a, 22 bで受光することができるまで、超音波送信部21 a, 21 bから超音波を発信する探査動作を行なう。これにより、誤差を調整することができる。

【0056】このように、清掃作業ロボット1が移動中に一定時間ごとに固定局102 a, 102 bとの間で通信を行なうことにより、清掃作業ロボット1の自己の位置を正確に認識することができ、エンコーダ13 a, 13 bの出力をもとに計算される自己の位置の誤差を除去することができる。

【0057】以上のように本実施の形態においては、指向性を有する超音波を送信する超音波送信部21 a, 21 bと受光角度が制限された受光部22 a, 22 bとをそれぞれ回転制御して、固定局102 a, 102 bとそれぞれ通信が行なわれることにより、清掃作業ロボット1は自己の位置を正確に認識することができる。また、固定局102 a, 102 bと清掃作業ロボット1との間でデータ通信を行ったり、固定局ごとに異なる周波数を用いて送信を行なう必要がないため、装置の構成を簡略化することができる。

【0058】また、受光部に受光素子を複数水平方向に配列したアレイセンサを用いた場合には、受光部の指向角度を広くとれるので、アレイセンサの分解能を回転部の走査角度の分解能より小さく設定して、アレイセンサの中心の受光量が最大となるように回転部を制御すれば、固定局の方向を容易に認識することができ、固定局を探査する時間を短縮することができる。

【0059】これについて具体的に説明する。図11は、受光部に受光素子を複数水平方向に配列したアレイセンサを用いた場合の、固定局の探査を説明するための図である。図を参照して、アレイセンサ150には受光レンズ151を介して光源からの光が結像する。受光レンズ151とアレイセンサ150とは、アレイセンサ150の中心の受光素子150 aが受光レンズ151の光軸上に位置するように配置されている。したがって、受光レンズ151の光軸上にある光源152 aから発せられる光は、アレイセンサ150の中心の受光素子150 bの受光量が最大となってアレイセンサ150で受光される。一方、受光レンズ151の光軸とは異なる位置にある光源、たとえば152 bにある光源から発せられる光はアレイセンサ150の150 bの受光素子において受光量が最大となって受光される。同様に、152 cにある光源から発せられる光はアレイセンサ150の15

0 cの受光素子において受光量が最大となって受光される。したがって、アレイセンサ150の中心の受光素子150 aにおける受光量が最大となるように受光部を回転させることにより、光源を受光レンズ151の光軸上にもってくることができる。

【0060】このように受光部に受光素子を複数水平方向に配列したアレイセンサ150を用いれば、受光部の指向角度を広くとることができ、受光部の指向角度の範囲内に光源が存在しさえすればその方向を容易に探査することができ、探査時間を短縮することができる。この場合に、受光素子として、例えばCCD (Charge Coupled Device) 等の固体撮像素子を用いることができる。

【0061】[第2の実施の形態] 図12は、第2の実施の形態における位置認識システム100の構成を示す概略図である。図を参照して位置認識システム100は、清掃作業ロボット1と、固定局102 aと、固定局102 bとから構成されている。清掃作業ロボット1には、指向性を有しない超音波を送信する超音波送信部201と、指向性を有する受光部22 a, 22 bと、受光部22 a, 22 bを回転制御する回転部203 a, 203 bとを備える。受光部22 a, 22 bは、受光する光を送信部201に遮られないように送信部201よりも上方に位置するように設置されている。

【0062】図13は、第2の実施の形態における位置認識システム100の通信機能のみを説明するために描かれた機能ブロック図である。第2の実施の形態における清掃作業ロボット1は、第1の実施の形態における清掃作業ロボット1の超音波送信部21 a, 21 bを指向性を有しない超音波を送信する超音波送信部201に置換え、回転部23 a, 23 bを受光部22 aのみを回転制御する回転部203 aと受光部22 bのみを回転制御する回転部203 bとに置換えた構成である。その他の部分については第1の実施の形態と同様とすることができるため、ここでの説明を繰返さない。

【0063】本実施の形態における清掃作業ロボット1は、1つの超音波送信部201を含み、超音波送信部201は指向性を有しない超音波を送信する。したがって、固定局102 aと固定局102 bとにおいて、超音波送信部201が発した同じ超音波が超音波受信部121 a, 121 bで受信される。

【0064】回転部203 aは走行制御部12の指示により、受光部22 aが固定局102 aを指向するように回転制御する。回転部203 bは走行制御部12の指示により、受光部22 bが固定局102 bを指向するように回転制御する。したがって、受光部22 aは固定局102 aから発せられた光を受光し、受光部22 bは固定局102 bから発せられた光を受光する。

【0065】次に第2の実施の形態における清掃作業ロボット1の位置認識の具体的な動作について説明する。走行制御部12は、前回検出した清掃作業ロボット1の

位置とデッドレコニングにより得られた移動距離とから現在の位置を予測し、回転部203aに対して受光部22aが固定局102aを指向するように回転制御する旨の指示を行ない、回転部203bに対し受光部22bが固定局102bを指向するように制御する旨の指示を行なう。走行制御部12は、所定の間隔で超音波送信部201に超音波を送信する旨の指示を行なう。

【0066】固定局102aと固定局102bとは、超音波の受信にตอบสนองして固定局発信発光部122a、122bで光を発光する。固定局102aから発せられた光は、受光部22aで受光され、走行制御部12に受光タイミングが送信される。固定局102bで発せられた光は受光部22bで受光され、受光タイミングが走行制御部12に送られる。

【0067】走行制御部12は、カウンタ54を用いることにより、超音波を送信してから受光部22aで受光が行なわれるまでの時間T aと、超音波を送信してから受光部22bで受光が行なわれるまでの時間T bを計測する。計測された時間に基づき計算部53は清掃作業ロボット1と固定局102a、102bとの距離を計算することにより自己の位置を認識する。

【0068】このように、本実施の形態における清掃作業ロボットは、指向性を有しない超音波を送信する超音波送信部201を用いて、すべての固定局102a、102bに同時に超音波を送信し、受光角度が制限された受光部22a、22bを2つ用いて、異なる固定局102a、102bから発せられる光を受光部22a、22bでそれぞれ受光するようにしたので、清掃作業ロボット1が作業領域60内のいかなる位置にある場合においても、清掃作業ロボット1の位置を認識しながら作業を行なうことができる。

【0069】〔第3の実施の形態〕図14は、第3の実施の形態における位置認識システムの構成を示す概略図である。図14(A)を参照して位置認識システム100は、清掃作業ロボット1と、固定局102aと、固定局102bとから構成されている。清掃作業ロボット1には、指向性を有しない超音波を送信する超音波送信部301と、指向性を有する受光部302と、受光部302を回転制御する回転部303とが設置されている。受光部302は、受光する光を送信部301に遮られないように送信部301よりも上方に位置するように設置されている。

【0070】図15は、第3の実施の形態における位置認識システム100の通信機能のみを説明するために描かれた機能ブロック図である。図を参照して、第3の実施の形態における清掃作業ロボット1は、第1の実施の形態における清掃作業ロボット1の2つの超音波送信部21a、21bを1つの超音波送信部301に、2つの受信部22a、22bを1つの受信部302に、2つの回転部23a、23bを1つの回転部303に置換えた

構成となっている。その他の部分の構成については第1の実施の形態と同じであるのでここでの説明を繰返さない。

【0071】超音波送信部301は、指向性を有しない超音波を送信する。すなわち、すべての方向に超音波を送信する。受光部302は、受光角度が制限されており、所定の入射角を有する光のみを受光することができるようになっている。

【0072】走行制御部12では、前回検出した自己の位置と、デッドレコニングにより得られる移動距離とから現在位置を予測しており、受光部302が固定局102aと固定局102bを指向するように回転部303を制御する。

【0073】次に第3の実施の形態における清掃作業ロボット1の位置認識の具体的な動作について説明する。まず、清掃作業ロボット1がジグザグ走行をスタートするスタート地点において行なわれる固定局の探索動作について説明する。回転部303は、受信部302が清掃作業ロボット1の進行方向を指向するように回転制御する。そして、超音波送信部301から超音波を送信し、受光部302で受光できたか否かの判断がなされる。受光部302で受光できない場合には、回転部303は時計回りに所定の角度、例えば $\pi/36$ だけ受光部302を回転させる。そして超音波送信部301より再び超音波を送信し、受光部302で受光できたか否かの判断がなされる。回転部303で所定の角度だけ受光部302を回転させる制御と、超音波送信部301より超音波を送信する処理と受光部302で受光できたか否かを検知する処理が、受光部302で受光を検知できるまで繰返される。受光部302で最初に受光が検知されたときの回転部303の回転角と、次に受光部302で受光することができたときの回転部303の回転角とが記憶され、最初に検知されたときの回転角より固定局102bの清掃作業ロボット1の進行方向に対する方向が求められ、次に検知されたときの回転部303の回転角より、固定局102aの清掃作業ロボット1の進行方向に対する方向が求められる。このときの、清掃作業ロボット1と固定局102a、102bとの間の距離は、上述の方法によって求められる。走行制御部12は、回転部303に受光部302が固定局102aを指向するように回転制御する旨の指示を行なうとともに、超音波送信部301に超音波を発信する旨の指示を行なう(図14

(A)参照)。これにより、受光部302は固定局102aが発する光を受光することができる。そして、受光部302の受光タイミングが走行制御部12へ送られる。走行制御部12はカウンタ54を用いることにより超音波を送信してから固定局102aが発する光の受光が行なわれるまでの時間T aを計測する。

【0074】次に、走行制御部は回転部303に受光部302が固定局102bを指向するように回転制御する

旨の指示を行なうとともに、超音波送信部301に超音波を送信する旨の指示を行なう。これにより、受光部302は固定局102bが発する光を受光することができ、その受光タイミングが走行制御部12へ送られる。走行制御部はカウンタ54を用いることにより超音波を送信してから固定局102bが発する光の受光が行なわれるまでの時間Tbを計測する。

【0075】計測された時間Ta、Tbに基づき計算部53は清掃作業ロボット1と固定局102a、102bとの間の距離を計算することにより自己の位置を認識する。ただし、超音波送信部301で固定局102aと固定局102bとに超音波を送信する2つの時点で清掃作業ロボット1が同じ位置にあることが条件となるが、清掃作業ロボット1の移動する速度が遅い場合には、超音波を送信する2つの時点における清掃作業ロボット1の位置の違いを誤差として処理することができる。

【0076】超音波を送信する2つの時点における清掃作業ロボット1の位置の違いを誤差として処理することができない場合は、固定局102aが発する光を受光するために超音波を送信したときから、固定局102bが発する光を受光するために超音波を送信したときまでに清掃作業ロボット1が移動した距離と方向をデッドレコニングにより求め、求められた移動距離と方向をさらに考慮することにより自己の位置を認識することができる。

【0077】このように本実施の形態においては、指向性を有しない超音波を送信する超音波送信部301と、受光角度を制限された受光部302と、受光部302の指向する方向を制御する回転部303を設けたので、固定局102a、102bからの信号を異なる時刻に受光することができるようになる。これにより、回転部303の簡単な制御で固定局102a、102bに対する清掃作業ロボット1の位置を認識することが可能となる。また、回転部303が1つなので、走行制御部12における回転部303の制御が容易となる。

【0078】なお、本実施の形態における超音波送信部301を、指向性を有しない超音波を送信する超音波送信部としたが、指向性を有する超音波送信部として、受光部302と同じ方向を指向するように回転部303で指向方向を変更するように制御してもよい。

【0079】〔第4の実施の形態〕図16は、第4の実施の形態における位置認識システム100の構成を示す概略図である。図を参照して、位置認識システム100は、清掃作業ロボット1と、固定局102aと、固定局102bとから構成されている。清掃作業ロボット1には、指向性を有する超音波を送信する超音波送信部21a、21bと、超音波送信部21aを回転制御する回転部403aと、超音波送信部21bを回転制御する回転部403bと、指向性を有しない受光部402とが設けられている。受光部402は、受光する光を超音波送信

部21a、21bに遮られないように超音波送信部21a、21bよりも上方に設けられている。

【0080】図17は、第4の実施の形態における位置認識システム100の通信機能のみを説明するために描かれた機能ブロック図である。第4の実施の形態における清掃作業ロボット1は、第1の実施の形態における清掃作業ロボット1の受光部22a、22bを指向性を有しない1つの受光部に、回転部23aを超音波送信部21aのみを回転制御する回転部403aに、回転部23bを超音波送信部21bのみを回転制御する回転部403bに置換えた構成となっている。その他の部分については第1の実施の形態における清掃作業ロボット1と同様とすることができるため、ここでの説明を繰返さない。

【0081】第4の実施の形態における清掃作業ロボット1において行なわれる固定局の探索動作は、まず回転部403aにより超音波送信部21aが清掃作業ロボット1の進行方向を指向するように回転させる。そして、超音波送信部21aから超音波を送信し、受光部402で光を受光できたか否かの検知がなされる。受光部402で光を受光できない場合には、回転部403aは、超音波送信部を時計と反対回りに所定の角度、例えば $\pi/36$ だけ回転移動させる。そして、再度超音波送信部21aから超音波を送信し、受光部402で光を受光できたか否かの検知がなされる。回転部403aにおける送信部21aの回転制御と、超音波送信部21aからの超音波の送信と、受光部402における光を受光できたか否かの検知の処理が、受光部402で光を検知することができるまで繰返される。受光部402で光を検知することができたときの回転部403aの回転角より、固定局102aの清掃作業ロボット1の進行方向に対する方向が求められる。同様にして、このとき、回転部403bにより、超音波送信部21bが清掃作業ロボット1の進行方向を指向するように回転移動させた後、時計回りに所定の角度、例えば $\pi/36$ だけ間欠的に回転移動させる回転制御を行なう。そして、最初に受光部402で受光が検知されたときの回転部403の回転角から固定局102bの清掃作業ロボット1の進行方向に対する方向が求められる。

【0082】回転部403aは、走行制御部12の指示により、超音波送信部21aが固定局102aを指向するように回転制御する。回転部403bは走行制御部12の指示により、超音波送信部21bが固定局102bを指向するように回転制御する。したがって、超音波送信部21aが送信する超音波は固定局102aでのみ受信され、超音波送信部21bが送信する超音波は、固定局102bでのみ受信される。

【0083】次に第4の実施の形態における清掃作業ロボット1の位置認識の具体的な動作について説明する。走行制御部12は、前回検出した清掃作業ロボット1の

10

20

30

40

50

位置とデッドレコニングにより得られた移動距離とから現在位置を予測し、回転部 403a に対して超音波送信部 21a が固定局 102a を指向するように回転制御する旨の指示を行ない、回転部 403b に対して超音波送信部 21b が固定局 102b を指向するように回転制御する旨の指示を行なう。図 16 (A) を参照して、走行制御部 12 は、超音波送信部 21a に対して超音波を送信する旨の指示を行なう。固定局 102a は、超音波送信部 21a から送信された超音波を受信し、光を発光する。固定局 102a から発せられた光は、受光部 402 で受光され、受光タイミングが走行制御部 12 に送信される。

【0084】次に、図 16 (B) を参照して、走行制御部 12 は、超音波送信部 21b に対して超音波を送信する旨の指示を行なう。これにより、固定局 102b は、超音波送信部 21b から送信された超音波を受信し、光を発光する。固定局 102b で発せられた光は、受光部 402 で受光され、受光タイミングが走行制御部 12 に送信される。

【0085】走行制御部 12 では、カウンタ 54 により、超音波送信部 21a から超音波を送信してから受光部 402 で固定局 102a が発する光を受光するまでの時間 T a が計測され、超音波送信部 21b から超音波を送信してから固定局 102b が発する光を受光するまでの時間 T b が計測される。計測された時間 T a、T b に基づき計算部 53 で清掃作業ロボット 1 と固定局 102a、102b との間の距離を計算することにより自己の位置を認識する。

【0086】ただし、超音波送信部 21a、21b が固定局 102a、102b に超音波を送信する 2 つの時点で清掃作業ロボット 1 が同じ位置にあることが条件となるが、清掃作業ロボット 1 の移動速度が遅い場合には超音波を送信する 2 つの時点での清掃作業ロボット 1 の位置の違いを誤差として処理することができる。超音波を送信する 2 つの時点での清掃作業ロボット 1 の位置の違いを誤差として処理できない場合には、超音波送信部 21a で超音波を送信したときから超音波送信部 21b で超音波を送信したときまでに清掃作業ロボット 1 が移動した距離と方向をデッドレコニングにより求め、求められた移動距離と方向をさらに考慮することにより自己の位置を認識することができる。

【0087】以上のように、本実施の形態における清掃作業ロボットは、指向性を有する超音波送信部 21a、21b を 2 つ用いて、それぞれ固定局 102a、102b に超音波を送信するように回転部 403a、403b で超音波送信部 21a、21b を回転制御するようにし、受光角度が制限されない受光部 402 を 1 つ用いて清掃作業ロボット 1 の固定局 102a、102b に対する相対的な位置を認識することができる。

【0088】なお、今回開示された実施の形態は全ての

点で例示であって、制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態における位置認識システム 100 の構成を示す概略図である。

【図 2】図 1 の清掃作業ロボットを“A”方向から見た側面図である。

【図 3】清掃作業ロボット 1 の内部構成を説明するための図である。

【図 4】清掃作業ロボット 1 の制御部の構成を示すブロック図である。

【図 5】固定局 102a または 102b の外観を示す側面図である。

【図 6】清掃作業ロボット 1 と固定局 102a、102b との間で行なわれる通信を説明するためのブロック図である。

【図 7】清掃作業ロボット 1 の動作を説明するための平面図である。

【図 8】清掃作業ロボット 1 が行なうジグザグ走行のフローチャートである。

【図 9】清掃作業ロボットで行なわれる位置認識処理の流れを示すフロー図である。

【図 10】デッドレコニングにより求めた移動距離と方向をもとに固定局の方向を求める原理を説明するための図である。

【図 11】受光部にアレイセンサを用いた場合の固定局を探索する方法を説明するための図である。

【図 12】第 2 の実施の形態における位置認識システムの構成を示す概略図である。

【図 13】第 2 の実施の形態における清掃作業ロボット 1 と固定局との間で行なわれる通信を説明するためのブロック図である。

【図 14】第 3 の実施の形態における位置認識システムの構成を示す概略図である。

【図 15】第 3 の実施の形態における清掃作業ロボット 1 と固定局との間で行なわれる通信を説明するためのブロック図である。

【図 16】第 4 の実施の形態における位置認識システムの構成を示す概略図である。

【図 17】第 4 の実施の形態における清掃作業ロボット 1 と固定局との間で行なわれる通信を説明するためのブロック図である。

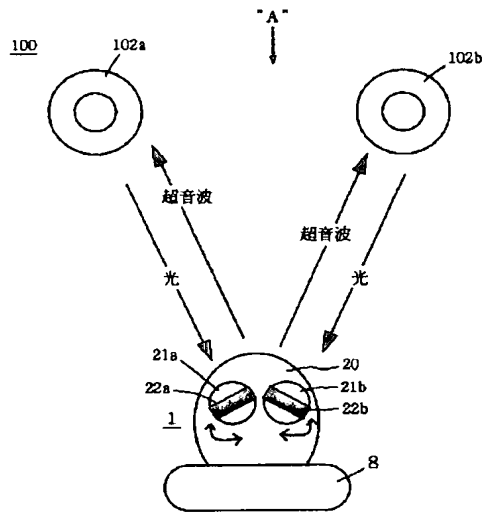
【符号の説明】

- 1 清掃作業ロボット（移動体の一種）
- 21a、21b 超音波送信部
- 22a、22b 受光部
- 23a、23b 回転部

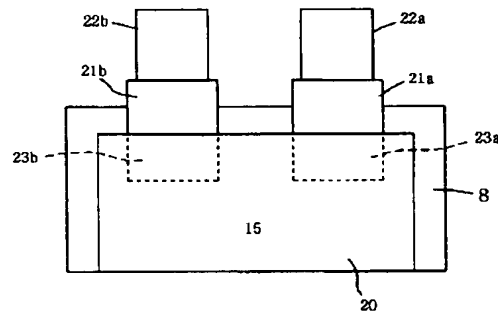
53 カウンタ
54 計算部
100 位置認識システム

102a, 102b 固定局
121 超音波受信部
122 固定局発光部

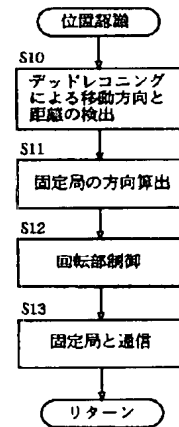
【図1】



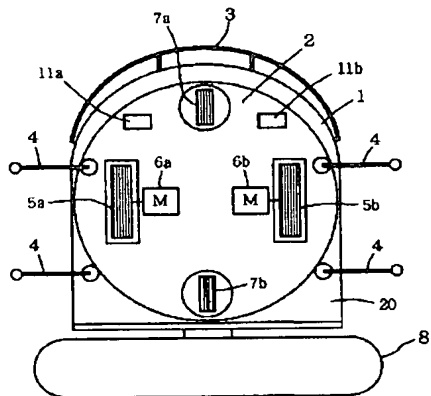
【図2】



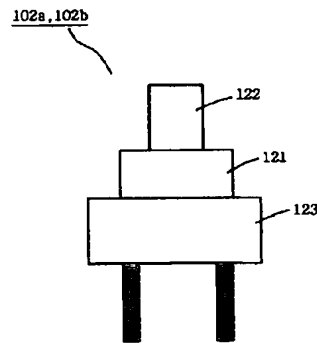
【図9】



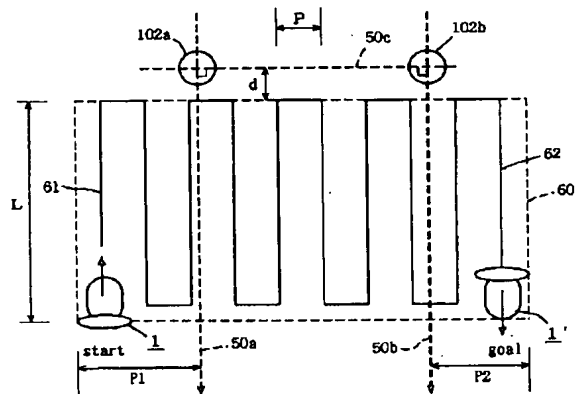
【図3】



【図5】



【図7】



```

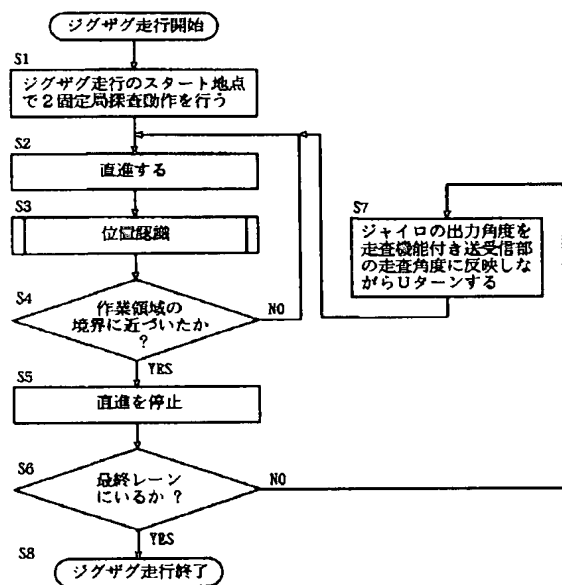
graph LR
    21a[21a 超音波送信部] --> 12
    21b[21b 超音波送信部] --> 12
    3[3 前方障害物センサ] --> 12
    11a[11a 左側測距センサ] --> 12
    11b[11b 右側測距センサ] --> 12
    22a[22a 受光部] --> 12
    22b[22b 受光部] --> 12
    23a[23a 回転部] --> 12
    23b[23b 回転部] --> 12
    12[12 走行制御部] --> 5a[5a 左側駆動車輪]
    12 --> 6a[6a 左側駆動モータ]
    12 --> 13a[13a 左側回転数検出エンコーダ]
    12 --> 5b[5b 右側駆動車輪]
    12 --> 6b[6b 右側駆動モータ]
    12 --> 13b[13b 右側回転数検出エンコーダ]
    12 --> 16[16 演算制御部]
    16 --> 14[14 ピッチ記憶部]
    16 --> 15[15 操作部]

```

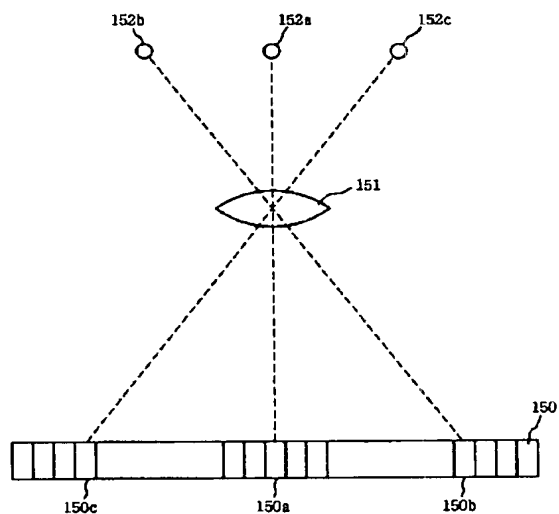
Figure 1 is a block diagram of the system architecture. The main unit 1 contains a walking control unit 12, which includes a calculation unit 53 and a counter 54. The walking control unit 12 is connected to two sets of ultrasonic transceiver units. The first set includes an ultrasonic wave transmitter 21a, a receiver 22a, and a rotation unit 23a. The second set includes an ultrasonic wave transmitter 21b, a receiver 22b, and a rotation unit 23b. These units are connected to two fixed stations, 102a and 102b. Each fixed station contains a fixed station control unit (123a, 123b), an ultrasonic receiver (121a, 121b), and a fixed station light source (122a, 122b). Dashed lines indicate data flow from the calculation unit 53 to the receivers 121a and 121b.

A schematic diagram of a mechanical linkage system. It features two pivots, labeled 1 and 102, which are represented by circles with vertical lines passing through their centers. Pivot 1 is at the bottom, and pivot 102 is at the top. A vertical dashed line passes through both pivots. Three links are shown: link L1 is a straight line connecting the two pivots; link L2 is a curved line on the left side connecting the two pivots; and link L3 is a curved line on the right side connecting the two pivots. An angle α is indicated between the vertical dashed line and link L1 at pivot 1. An angle β is indicated between the vertical dashed line and link L3 at pivot 102.

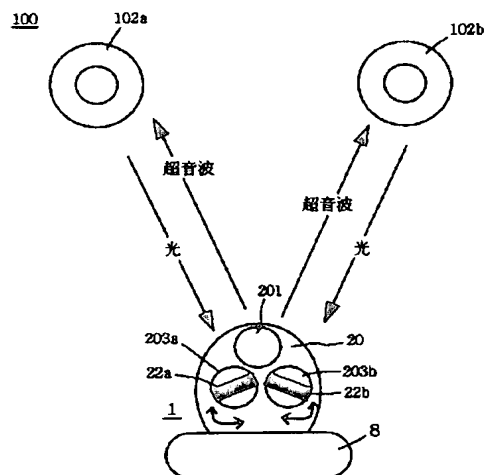
【図8】



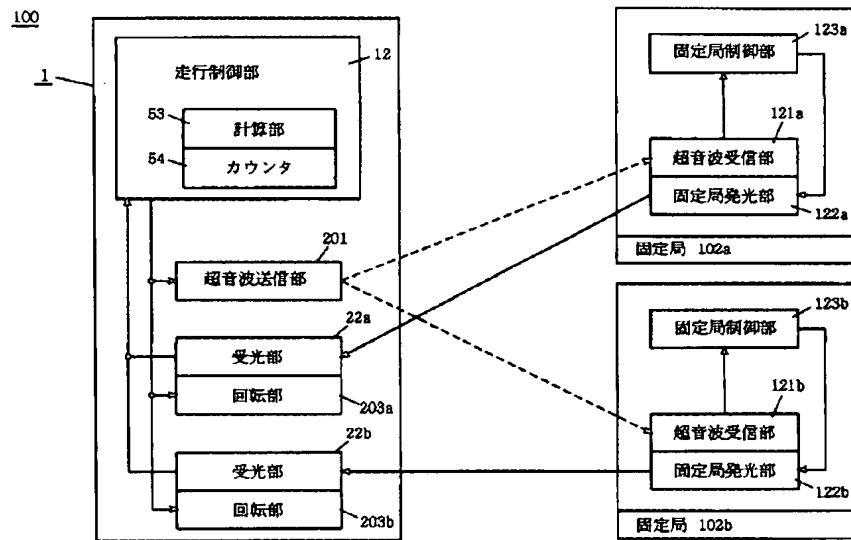
【図11】



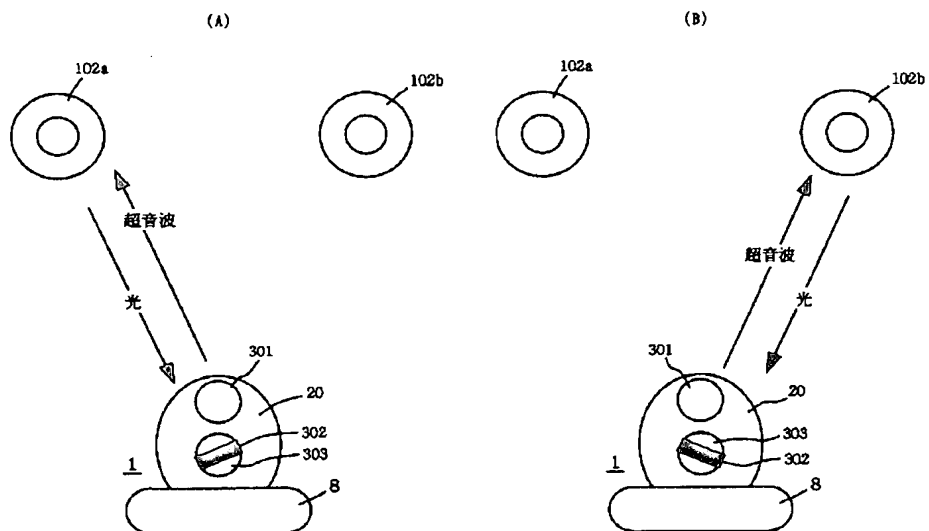
【図12】



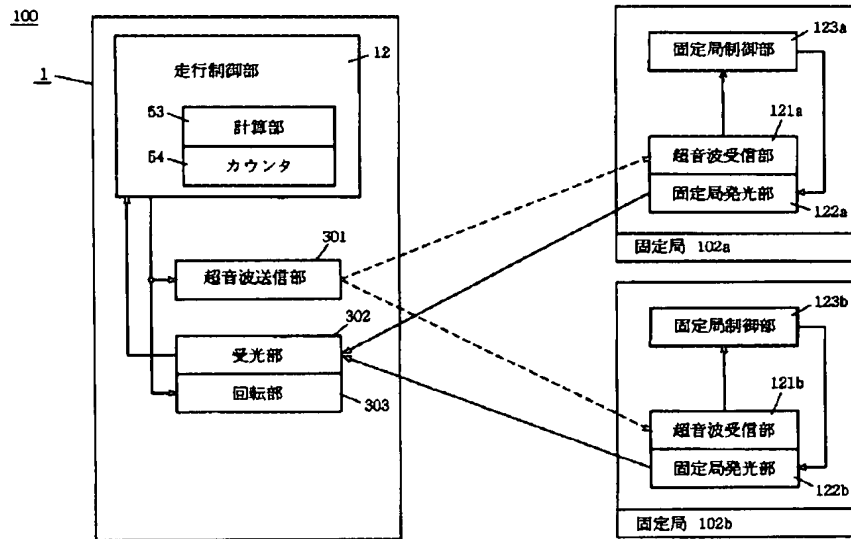
【図13】



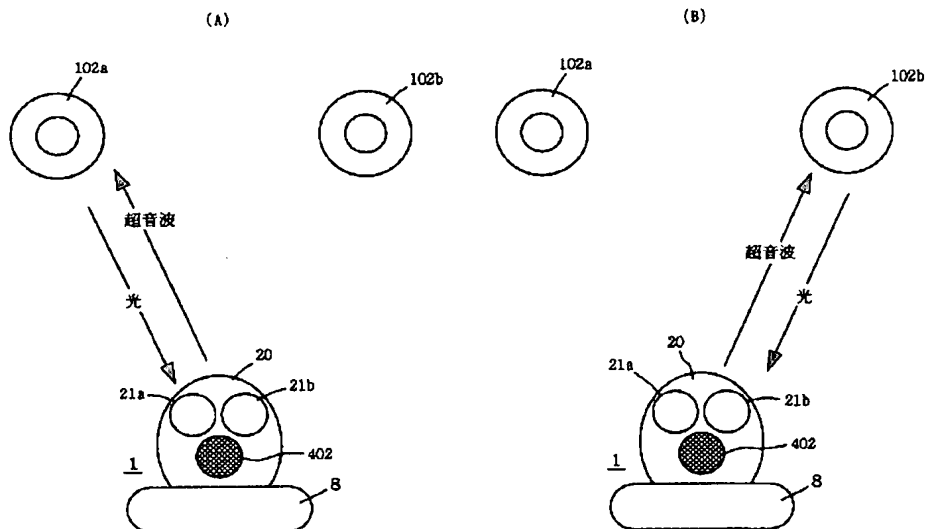
【図14】



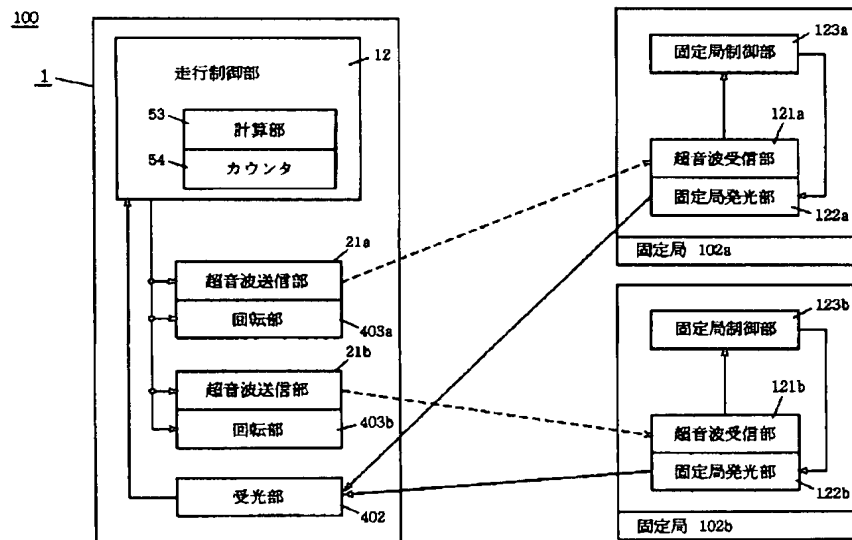
【図 15】



【図 16】



【図17】



フロントページの続き

(72)発明者 西角 雅史
 大阪府中央区安土町二丁目3番13号大阪国
 際ビル ミノルタ株式会社内
 (72)発明者 浜口 敬行
 大阪府中央区安土町二丁目3番13号大阪国
 際ビル ミノルタ株式会社内

(72)発明者 中村 恭子
 大阪府中央区安土町二丁目3番13号大阪国
 際ビル ミノルタ株式会社内
 Fターム(参考) 5H301 AA01 AA10 BB14 CC03 CC06
 CC08 DD01 EE31 FF11 GG09
 GG10 GG11 GG17 GG27 HH05
 5J062 BB01 CC14